

# Magnetoestratigrafía del relleno Cenozoico de la Cuenca de Almazán

## *A Magnetostratigraphy for the Cenozoic record of the Almazán Basin, Spain*

L.Valero<sup>1</sup>, P.Huerta<sup>2</sup>, M.Garcés<sup>1</sup>, E. Beamud<sup>3</sup>, M. Gómez-Paccard<sup>4</sup> e I. Armenteros<sup>5</sup>.

1. Grup de Geodinàmica i Anàlisi de Conques (GGAC), Universitat de Barcelona. Departament d'Estratigrafia, Paleontologia i Geociències Marines, Facultat de Geologia, Martí i Franquès s/n, 08028 Barcelona, Spain. luisvalero@ub.edu, mgarcés@ub.edu
2. Departamento de Geología, Escuela Politécnica Superior de Ávila, Universidad de Salamanca, 05003 Ávila, Spain. phuerta@usal.es
3. Laboratori de Paleomagnetisme (CCiTUB-CSIC), Institut de Ciències de la Terra 'Jaume Almera', CSIC. Solé i Sabarís s/n, 08028 Barcelona, Spain. betbeamud@ub.edu
4. Institut de Ciències de la Terra Jaume Almera, ICTJA-CSIC, Solé i Sabarís s/n, 08028 Barcelona, Spain. mgomezpaccard@ictja.csic.es
5. Departamento de Geología, Universidad de Salamanca, 37071 Salamanca, Spain. ilde@usal.es

**Resumen:** Se ha realizado un estudio magnetoestratigráfico del relleno paleógeno continental de la cuenca de Almazán, combinado con datos bioestratigráficos. La sección estudiada se sitúa próxima a la localidad de Mazaterón, a lo largo del flanco nororiental del monoclinal de Gómara. El estudio comprende los sedimentos aluviales de la formación Almazul (230 m), que representa junto a la subyacente formación El Hocino el inicio de la sedimentación de la cuenca en este sector, las calizas palustres y lacustres de la Fm. Mazaterón (170 m), y las lutitas, conglomerados y areniscas fluviales de la Fm. Gómara (2250 m). A partir de la correlación con la escala de tiempo de polaridad geomagnética global ha sido posible determinar la edad de las formaciones. Los resultados indican que, la formación Almazul está en el cron C20, que representa una edad Luteciense, la Fm. Mazaterón representa un lapso de tiempo que incluye el tránsito Luteciense-Bartoniense, mientras que la Fm. Gómara representaría el resto del Bartoniense, Priaboniense y la mayor parte del Oligoceno Inferior, por tanto incluyendo el límite Eoceno-Oligoceno. El techo de la sección quedaría cerca del límite Rupeliense-Chatiense (Oligoceno) dentro del cron C10. La correlación magnetoestratigráfica permite asignar a los yacimientos de Mazaterón y Miñana (niveles de referencia de mamíferos paleógenos MP15-16), situados en los tramos superiores de la Fm. Mazaterón, una edad Bartoniense basal.

**Palabras clave:** Magnetostratigrafía, cuenca de Almazán, Eoceno, Oligoceno.

**Abstract:** A new magnetostratigraphic study of the Paleogene continental infill of the Almazán basin is presented, combining magnetostratigraphic and biostratigraphic data. The studied section ranges from the northern margin of the basin throughout the northeastern limb of the Gómara monocline. This study includes the alluvial sediments of the Almazul Fm. (230m), which represents together with the underlying El Hocino Fm. the beginning of the sedimentation in the basin, the palustrine-lacustrine limestones of the Mazaterón Fm. (170 m) and the fluvial sandstones of the Gómara Fm. (2250 m). The resulting polarity sequence allows a correlation with the geomagnetic polarity time scale (GPTS), where the base of the studied section (Almazul Fm.) is in the chron C20, therefore a Lutetian (Eocene) age can be ascribed to its base. The Gómara Fm. represents the rest of the Bartonian, Priabonian and the most of the lower Oligocene, hence including the Eocene-Oligocene boundary. The top of the section is near the Chattian-Rupelian (Oligocene) boundary within the chron C10. From this correlation, the age of the Mazaterón and Miñana mammal sites, attributed to the MP15-16 mammal Paleogene reference levels, would be established in the lower Bartonian.

**Key words:** Magnetostratigraphy, Almazán basin, Eocene, Oligocene.

## INTRODUCCIÓN

Durante años se ha trabajado en el registro de la cuenca de Almazán desde múltiples puntos de vista. Especialmente en los últimos años son destacables los trabajos acerca de la arquitectura sedimentaria y las relaciones tectónica-sedimentación dentro del relleno paleógeno de la cuenca (Huerta, 2007, Huerta et al., 2011). Desde un punto de vista paleontológico, el registro tiene un interés potencial como registro de la

evolución de las asociaciones de vertebrados en relación a la transición Eoceno-Oligoceno, y las posibles implicaciones paleogeográficas y paleoclimáticas. Entre los yacimientos estudiados en esta región se encuentran los de Miñana, Mazaterón y Deza (Cuesta y Jimenez Fuentes, 1994).

Aparte del limitado número de yacimientos con utilidad bioestratigráfica, no existen trabajos previos que aporten edades precisas para el registro de la

Cuenca de Almazán. En este trabajo se pretende aportar un marco cronoestratigráfico robusto para el registro estratigráfico y paleobiológico, basado en el estudio magnetoestratigráfico de una sección continua de 2.600 metros de potencia, que incluye las Formaciones Almazul, Mazaterón, Gómara y Alparrache.

## CONTEXTO GEOLÓGICO

La cuenca *piggy-back* de Almazán comprende un registro sedimentario continental que incluye

sedimentos aluviales, fluviales, lacustres someros-palustres y depósitos de llanuras evaporíticas. La cuenca se desarrolló en el bloque superior del cabalgamiento de Cameros, asociado a la compresión alpina, que se desplazó hacia el Norte sobre el relleno de la cuenca del Ebro, produciendo un levantamiento del macizo de Cameros y de la Cordillera Ibérica (Casas-Sainz et al., 2000). En este contexto se creó un espacio de acomodación en la cuenca que fue rellenado con más de 3500 metros de espesor de sedimentos continentales en su depocentro (Huerta et al., 2007).

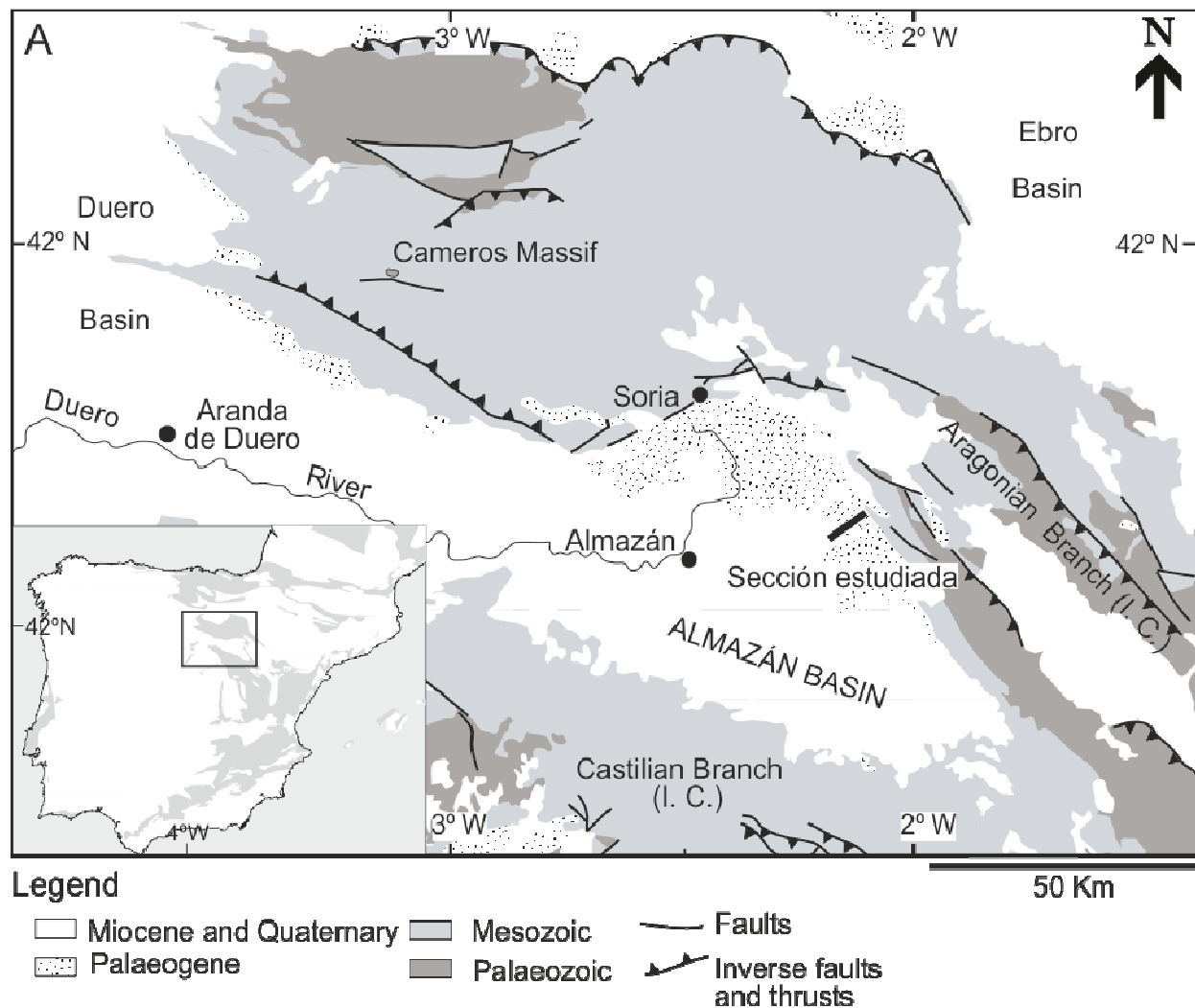


FIGURA 1. Mapa geológico de la cuenca de Almazán, donde se detalla el emplazamiento de la sección estudiada (Huerta et al., 2011).

El relleno paleógeno de la Cuenca de Almazán queda dividido en 4 secuencias de depósito, ordenadas de más antigua a más moderna, como A1, A2, A3 y A4. (Huerta et al., 2007). Las secuencias A1 y A2 son previas a la generación de estructuras intraconcales/intracuenca teniendo como área de aportes el margen Norte. En cambio, la sedimentación de los materiales de la secuencia A3 es sincrónica al desarrollo de las estructuras del interior de la cuenca. Las principales estructuras son, en el margen norte: el monoclin de Gómara y el anticlinal de Torrelengua,

mientras que al sur las estructuras son: los monoclinales de Almazán y Arcos (Casas-Sainz, et al., 2002). La secuencia A4 muestra un abanico de capas que se abre hacia el sur en el monoclin de Gómara mientras la zona situada al norte de este monoclin se levantaba y se erosionaba.

La sección estudiada parte de los tramos basales del relleno de la cuenca y suma un total de 2600 metros de serie. Incluye los sedimentos aluviales rojos de la formación Almazul (230 m), las calizas palustres y

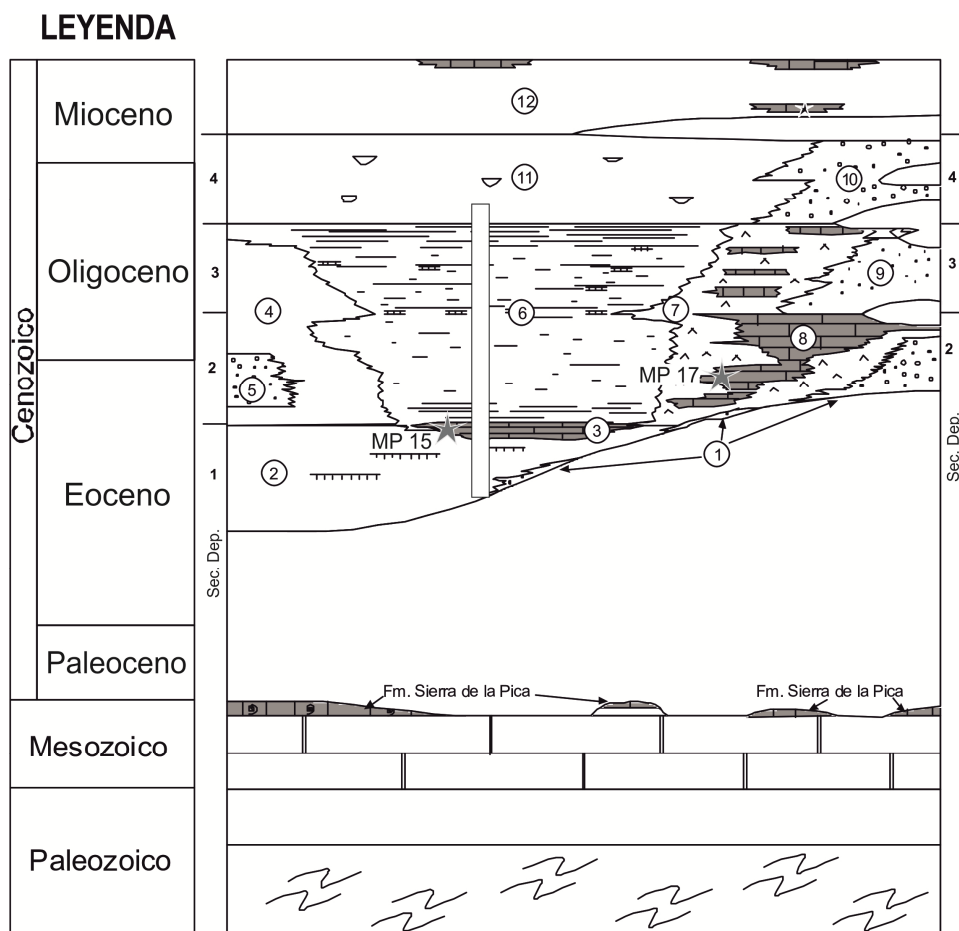


FIGURA 2. Cuadro estratigráfico que muestra el relleno de la cuenca de Almazán y la subdivisión de unidades genéticas. (Huerta et al. 2011). El cuadro blanco muestra la sección estudiada. 1: Fm. El Hocino; 2 Fm. Almazul; 3 Fm. Mazaterón; 4: Fm. Gómara; 5: Fm. Peroniel; 6: Fm. Bortalba; 7: Fm. Ribarroja; 8: Fm. Deza; 9: Fm. Barranco de Valdehurtado; 10: Fm. El Raído; 11: Fm. Alparrache. También están señalados los yacimientos de Mazaterón y Deza con una estrella. El nivel de referencia para el yacimiento de Mazaterón es MP15, mientras que para el yacimiento de Deza es MP 17.

lacustres de la Fm. Mazaterón (170 m), las lutitas, conglomerados y areniscas fluviales de las Fms. Gómara (2250 m) y Alparrache.

## MÉTODOS

La serie muestreada presenta una variación de buzamiento, de ser 55° en las partes más cercanas al margen (sedimentos más antiguos) a ser de unos 25-30° a techo de la serie estratigráfica, por lo que ha sido necesaria aplicar una corrección tectónica a los datos paleomagnéticos obtenidos.

El estudio magnetoestratigráfico se ha basado en el estudio de una colección de unas 300 estaciones paleomagnéticas, donde se han obtenido muestras mediante un taladro eléctrico portátil con brocas de punta diamantada refrigeradas por agua. Las litologías muestreadas fueron siempre las fracciones de granulometría más fina disponibles, abundando los niveles de lutitas y areniscas lutíticas rojas y, ocasionalmente, calizas micríticas. Las muestras fueron desmagnetizadas utilizando las técnicas estándar de desmagnetización térmica progresiva. Se aplicaron pasos de 50°C entre la temperatura ambiente y 350°, y

pasos de 30°C a partir de 380°C hasta alcanzar la temperatura de desbloqueo. La magnetización se ha medido en un magnetómetro superconductor de rocas (2G-SRM750) del laboratorio de Paleomagnetismo de Barcelona (CCiTUB-CSIC). Para detectar posibles cambios mineralógicos, se ha medido la susceptibilidad magnética de las muestras en cada paso de temperatura mediante un puente de susceptibilidad (KLY-2, Geofyzika Brno). La componente característica de cada muestra (ChRM) se ha determinado mediante la inspección visual de los diagramas de desmagnetización. Las ChRM se han obtenido mediante análisis de mínimos cuadrados (Kirschvink, 1980). En las lutitas, que son la litología predominante a lo largo de la sección muestreada, las temperaturas de desbloqueo (cercanas a 650°) sugieren que el mineral portador de la magnetización es la hematites. Las temperaturas de desbloqueo de las calizas de la formación Mazaterón, son en general, inferiores a 600°C, sugiriendo la presencia de magnetita.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para establecer la magnetoestratigrafía local se ha calculado la latitud del polo geomagnético virtual de

cada estación a partir de las ChRM's corregidas para cada muestra. Se ha atribuido polaridad normal o inversa en función del valor de la latitud del polo geomagnético virtual, resultando un patrón de polaridades característico. Mediante la correlación de la magnetostratigrafía local con la Escala de Tiempo de Polaridad Geomagnética (GPTS), (Gradstein et al., 2004) se ha podido establecer un marco cronológico para la sección estudiada. De esta correlación se deriva que la secuencia estratigráfica estudiada, comprende desde el Eoceno inferior (Luteciense) al límite Rupeliense-Chatienense en el Oligoceno. Más concretamente, y utilizando como referencia la división cronoestratigráfica establecida para el relleno de la cuenca de Almazán (Huerta, 2007) se obtienen las siguientes edades: La unidad A1 tiene una edad Luteciense. La unidad A2, cerca de cuya base se sitúa el yacimiento de Mazaterón (MP 15-16), abarcaría Bartonense y Priabonense. Mientras que la unidad A3 tiene una edad Priabonense terminal-Rupeliense, comprendiendo por tanto, el límite Eoceno-Oligoceno. La transición entre A3 y A4 queda cerca del límite Rupeliense-Chatienense dentro del Oligoceno. La sedimentación del relleno estudiado para este tramo de la cuenca de Almazán se produjo sin grandes variaciones en las tasas de sedimentación. Las tasas de sedimentación medias para el conjunto de la serie dan un valor cercano a los 20 cm/ka. Recientemente se ha apuntado que el relleno paleógeno en la cuenca de Almazán registra variaciones en su arquitectura estratigráfica en relación con las variaciones de los aportes sedimentarios y el espacio de acomodación (Huerta et al., 2011). El análisis preliminar de las tasas de sedimentación para cada secuencia parece reflejar una reducción de en torno a 0.5 cm/ka en la secuencia A3 con respecto a la secuencia A2. Esto estaría en consonancia con las principales conclusiones de Huerta et al. (2011). Aunque esta reducción en las tasas de sedimentación para A3, y en consecuencia para producir variaciones en la arquitectura estratigráfica del sistema fluvial son más pequeñas de lo que parece reflejar la propia arquitectura sedimentaria.

La edad del yacimiento de Mazaterón (MP 15-16) (Cuesta y Jiménez Fuentes, 1994), se situaría en un

tramo inverso basal dentro del cron C18. Esto implica una edad Bartonense basal para el nivel de referencia MP15-16. Mientras que el yacimiento de Deza que se ha atribuido a la MP17 quedaría situado cerca del límite Bartonense-Priabonense.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio se ha financiado por el proyecto COFORSED (CGL2010-17479) del MEC dentro del Grupo de Investigación: "Geodinàmica i Anàlisi de Conques" (2009GGR 1198) y del instituto GEOMODELS (UB).

## REFERENCIAS

- Casas-Sainz, A.M., Cortés-García, A.L. y Maestro-González, A. (2000): Intraplate deformation and basin formation during the Tertiary within the northern Iberian plate: origin and evolution of the Almazán basin. *Tectonics*, 19: 258–289.
- Casas-Sainz, A. M., Cortés-García, A. L. y Maestro, A. (2002): Sequential limb rotation and kink-band migration recorded by growth strata, Almazán Basin, North Spain, *Sedimentary Geology*, 146: 25–45.
- Cuesta, M.A. y Jiménez Fuentes, E. (1994): Síntesis del Paleógeno del borde oriental de la Cuenca de Almazán (Soria): Vertebrados de Mazaterón. *Studia Geol. Salmanticensis*, 29: 157-170.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G. y Smith A. (2004): *A geologic time scale 2004*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Huerta, P. (2007): *El Paleógeno de la cuenca de Almazán. Relleno de una cuenca piggyback*. Tesis Doctoral. Univ. de Salamanca, Salamanca, 340 p.
- Huerta, P., Armenteros, I. y Silva, P.G., (2011): Large-scale architecture in non-marine basins: the response to the interplay between accommodation space and sediment supply. *Sedimentology* 58: 1716–1736.
- Kirschvink, J.L. (1980) The least-squares line and plane and the analysis of palaeomagnetic data. *Geophys J Roy Astronom Soc*, 62: 699-718.